

УДК 669–156, 669.017.3

Т. Ю. Барсукова^{1*}, Д. О. Панов²

¹ Пермский национальный исследовательский политехнический университет,

г. Пермь

² Белгородский государственный национальный исследовательский университет,

г. Белгород

**barsukova-chernova.tatyana@mail.ru,*

Научный руководитель — д-р техн. наук, проф. *Ю. Н. Симонов*

ДИСПЕРГИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ В ПРОЦЕССЕ НЕПОЛНОЙ ЗАКАЛКИ

Исследованы микроструктура и свойства низкоуглеродистой высоко отпускаемой стали 10ХЗГЗМФС при неполной закалке по различным режимам. Показаны морфологические особенности формирования структуры исследуемой стали в процессе аустенитизации, проведен анализ кинетики альфа-гамма превращения в изотермических условиях и построена математическая модель процесса.

Ключевые слова: аустенитизация, межкритический интервал температур, межкритическая закалка, низкоуглеродистая сталь, механические свойства.

T.Yu. Barsukova, D. O. Panov

REFINING OF THE LOW-CARBON STEEL STRUCTURE BY INTERCRITICAL QUENCHING

The microstructure and properties of low-carbon high-tempered steel 10H3G3MFS after intercritical quenching are investigated. The morphological features of the austenite formation in the process of heating and holding in the intercritical temperature range are shown. The kinetics of isothermal alpha-gamma transformation is analyzed and a mathematical model of the process is constructed.

Key words: austenitization, intercritical temperature range, intercritical quenching, low-carbon steel, mechanical properties.

При неполной закалке можно достичь управляемого изменения механических свойств низкоуглеродистых экономно легированных сталей в достаточно широком диапазоне. Использование нагрева в межкритический интервал температур (МКИТ) обеспечивает получение дисперсной феррито-мартенситной структуры стали с заданным соотношением фаз, определяемым химическим составом стали, условиями термической обработки и исходной структурой [1; 2]. Целью данной работы является исследование возможностей управления структурой и свойствами стали 10Х3ГЗМФС в исходно высокоотпущенном состоянии за счет использования неполной закалки.

Исследование процесса изотермической аустенитизации показало, что при температуре 715 °С в течение 9 часов образуется 34 % γ -фазы, при 750 °С — 45 % γ -фазы, при 800 °С — 71 % γ -фазы, а в процессе выдержки при 860 °С происходит полная аустенитизация. Обнаружено, что при увеличении температуры изотермической выдержки доля атермического аустенита возрастает, а изотермического — снижается. Построена изотермическая диаграмма образования аустенита исходно высоко отпущенной стали 10Х3ГЗМФС. С помощью подходов факторного планирования экспериментов проведена аппроксимация кинетических кривых образования аустенита в МКИТ и рассчитана математическая модель, описывающая изменение объемной доли аустенита в пространстве задаваемых параметров термической обработки — температуры (715–860 °С) и времени (20–500 мин).

Особенности структурообразования стали 10Х3ГЗМФС в МКИТ при изотермических выдержках во многом определяются температурой нагрева. Так, аустенитизация при 715 °С приводит к развитию первой стадии образования аустенита — по границам бывших аустенитных зерен и по границам бывших пакетов альфа-фазы. Увеличение температуры аустенитизации до 750 °С приводит к развитию второй стадии превращения — образование аустенита по границам бывших реек альфа-фазы. При температуре 800 °С формируется глобулярная двухфазная аустенита-ферритная структура. Увеличение температуры нагрева до 860 °С вызывает завершение процесса альфа-гамма-превращения в процессе выдержки.

Наилучший комплекс механических свойств получен неполной закалкой с температуры 800 °С. Достигнут более высокий уровень ударной вязкости $K_{ST} = 0,68$ МДж/м² по сравнению с закаленным состо-

янием ($KCT = 0,44 \text{ МДж/м}^2$) при снижении характеристик прочности на 15 % ($\sigma_{0,2}$ снижается с 960 МПа до 830 МПа, σ_b снижается с 1320 МПа до 1120 МПа).

Литература

1. Панов Д.О., Смирнов А.И. Особенности образования аустенита в низкоуглеродистой стали при нагреве в межкуритическом интервале температур // Физика металлов и металловедение. 2017. Т. 118, № 11. С. 1–11.
2. Маковецкий А.Н., Мирзаев Д.А. Влияние исходной структуры трубной стали на механические свойства после закалки из межкуритического интервала // Физика металлов и металловедение. 2014. Т. 115, № 6. С. 656–663.